

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 12.04.01 Приборостроение
 Отделение школы Отделение контроля и диагностики

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка алгоритмов обмена данными для системы контроля соосности с передачей кодированной информации по двухпроводной линии питания

УДК 531.717.8:621.39.052.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БМ01	Нурматов Азизбек Нуриддинбек угли		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Якимов Е.В.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Верховская М.В.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ТПУ	Сечин А.И.	д.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
12.04.01 Приборостроение				
Доцент ОКД	Вавилова Г.В.	к.т.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом специфики научных исследований для создания разнообразных методик, аппаратуры и технологий производства в приборостроении
ОПК(У)-2	Способен организовать проведение научного исследования и разработку, представлять и аргументированно защищать полученные результаты интеллектуальной деятельности, связанные с обработкой, передачей и измерением сигналов различной физической природы в приборостроении
ОПК(У)-3	Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен осуществлять контроль качества на всех этапах жизненного цикла изделия применением приборов и систем измерения и контроля
ПК(У)-2	Способен к разработке, оптимизации и реализации программ модельных и натурных испытаний продукции и технологических процессов производства с применением приборов и систем измерения и контроля
ПК(У)-3	Способен к организации и выполнению работ по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений методами неразрушающего контроля
ПК(У)-4	Способен к разработке технической и нормативной документации при изготовлении и эксплуатации приборы и системы измерения и контроля.
ПК(У)-5	Способен к разработке функциональных и структурных схем приборов и систем измерения и контроля
ПК(У)-6	Способен к проектированию и конструированию элементов, узлов приборов и систем измерения и контроля, в том числе, с использованием средств компьютерного

	проектирования.
ПК(У)-7	Способен к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования,
ПК(У)-8	Способен к выбору оптимального метода, разработке программ экспериментальных исследований и их реализации
ПК(У)-9	Способен проектировать и организовывать учебный процесс по образовательным программам с использованием современных образовательных технологий

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 12.04.01 Приборостроение
Отделение школы Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
Г.В. Вавилова
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
1БМ01	Нурматов Азизбек Нуриддинбек угли

Тема работы:

Разработка алгоритмов обмена данными для системы контроля соосности с передачей кодированной информации по двухпроводной линии питания

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Приказ № 12-43/с от 12.01.2021

Срок сдачи студентом выполненной работы:

25.05.2022

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<p>Цель работы: разработка системы передачи кодированной информации по двухпроводной линии питания</p> <p>Устройство должно соответствовать следующим параметрам работы:</p> <ul style="list-style-type: none">• напряжение питания блоков 4.5 – 5.5 В;• мощность потребления исполнительным блоком 2.5 Вт;• длина двухпроводной линии между блоками до 5 м; <p>скорость передачи информации между блоками не менее 10 кбит/с.</p>
--------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор и анализ литературы, посвящённый современным техническим решениям в области передачи информации; 2. Проектирование структурной и электрической принципиальной схем; 3. Разработка алгоритмов передачи информации; 4. Проведение экспериментальных исследований; 5. Обработка результатов экспериментов; Представление полученных данных.
Перечень графического материала	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Верховская Марина Витальевна
«Социальная ответственность»	Сечин Александр Иванович
"Иностранный язык"	Матвеевко Ирина Алексеевна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	05.10.2020

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Якимов Евгений Валерьевич	к.т.н., доцент		05.10.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БМ01	Нурматов Азизбек Нуриддинбек угли		05.10.2020

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 12.04.01 Приборостроение
 Отделение школы Отделение контроля и диагностики
 Период выполнения 2020/2021 – 2021/2022 учебные года

Форма представления работы:

магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	25.05.2022
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
29.11.2020	Обзор и анализ литературы, посвящённый современным техническим решениям в области передачи информации	10
29.11.2021	Проектирование структурной и электрической принципиальной схем	5
30.03.2022	Разработка алгоритмов передачи информации	20
25.04.2022	Проведение экспериментальных исследований	20
25.05.2022	Обработка результатов экспериментов	5
25.05.2022	Представление полученных данных	
25.05.2022	Разработка разделов «Социальная ответственность», «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», "Иностранный язык"	10
25.05.2022	Оформление ВКР и презентационных материалов	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Якимов Е.В.	к.т.н., доцент		29.10.2020

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
12.04.01 «Приборостроение»				
Доцент ОКД	Вавилова Г.В.	к.т.н		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1БМ01	Нурматов Азизбек Нуриддинбек угли

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	12.04.01 Приборостроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Финансовые ресурсы: 402716,27 рублей Человеческие ресурсы: 2 человека
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	– размер отчислений во внебюджетные фонды составляет 69215,97 руб. – 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Расчет инновационного потенциала НИИ	– SWOT-анализ; – оценка научного уровня исследования. – оценка организационной эффективности проекта
2. Расчет сметы затрат на выполнение проекта	– расчет материальных затрат; – расчет основной и дополнительной заработной платы; – расчет отчислений во внебюджетные фонды; – расчет бюджета проекта.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Матрица SWOT
2. График проведения НИИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Верховская Марина Витальевна	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БМ01	Нурматов Азизбек Нуриддинбек угли		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1БМ01	Нурматов Азизбек Нуриддинбек угли

ШКОЛА	ИШНКБ	Отделение	ОКД
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	12.04.01 Приборостроение

Тема дипломной работы: «Разработка алгоритмов обмена данными для системы контроля соосности с передачей кодированной информации по двухпроводной линии питания»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</p> <ul style="list-style-type: none"> • специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; • организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности; 2. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования; 3. Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. № 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Производственная безопасность</p> <p style="text-align: center;">Анализ показателей шума и вибрации</p> <ul style="list-style-type: none"> • установление соответствие показателей нормативному требованию; <p style="text-align: center;">Анализ показателей микроклимата</p> <ul style="list-style-type: none"> • показатели температурные, скорости движения воздуха, запыленности. <p style="text-align: center;">Анализ освещенности рабочей зоны</p> <ul style="list-style-type: none"> • типы ламп, их количество, соответствие нормативному требованию освещенности; • при расчете освещения указать схему размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету. <p style="text-align: center;">Анализ электробезопасности</p> <ul style="list-style-type: none"> • наличие электроисточников, характер их опасности; • установление класса электроопасности помещения, а также безопасные номиналы тока, напряжения, сопротивления заземления. • при расчете заземления указать схему размещения заземлителя согласно проведенному расчету. <p style="text-align: center;">Анализ пожарной безопасности</p> <ul style="list-style-type: none"> • присутствие горючих материалов, тем самым, присутствие повышенной степени пожароопасности. • категории пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение. • Разработать схему эвакуации при пожаре. 	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения; • Повышенный уровень шума; • Монотонность труда, вызывающая монотонию; • Рабочая поза; • Длительное сосредоточенное наблюдение. • Наличие электромагнитных полей радиочастотного диапазона; <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Производственные факторы, связанные с электрическим током. • Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов. <p>Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение иограничение применения.</p>
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> • защита селитебной зоны • анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); • анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); • анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); • разработать решения по обеспечению экологической 	<p>Наличие промышленных отходов (бумага-черновики, вторцвет- и чермет, пластмасса, оргтехника) и способы их утилизации.</p>

безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: <ul style="list-style-type: none"> • перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; • выбор наиболее типичной ЧС; • разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; • разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	Рассматриваются 2 ситуации ЧС: 1) природная – сильные морозы зимой; 2) техногенная – исключить несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (большая вероятность проведения диверсии).

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.02.2022
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ТПУ	Сечин Александр Иванович	д.т.н.		26.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БМ01	Нурматов Азизбек Нуриддинбек угли		26.02.2022

Реферат

Выпускная квалификационная работа 73 с. (без учета приложения), 10 рис., 26 табл., 22 источника, 2 прил.

Ключевые слова: операционный усилитель, стабилизатор постоянного напряжения, протоколы передачи информации, модуляция сигналов, детектор.

Объектом исследования является система передачи информации

Цель работы – разработка системы передачи кодированной информации по двухпроводной линии питания.

В процессе исследования проводились: литературный обзор систем и протоколов передачи сигналов

В результате исследования были разработаны схемы, составлены протоколы и разработан алгоритм работы.

Степень внедрения: планируется

Область применения: промышленные системы автоматизации, контроля и диагностики.

В будущем планируется доработать алгоритм передачи информации, собрать рабочий макет.

Обозначения и сокращения

ОУ – операционный усилитель

ПК – персональный компьютер

ЦОД – цифровая обработка данных

ЦОС – цифровая обработка сигналов

4.3.4.8	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	55
5	Социальная ответственность.....	57
	Введение.....	57
	5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности....	57
5.1.1	Организационные мероприятия.....	57
5.1.2	Организация рабочей зоны инженера разработчика	58
	5.2 Производственная безопасность	58
5.2.1	Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производительной среды.....	59
5.2.2	Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения	60
	5.2.2.1 Повышенный уровень напряженности электромагнитных и электростатического полей.....	60
	5.2.2.2 Повышенный уровень напряженности электромагнитных и электростатического полей.....	62
	5.2.2.3 Освещение:	63
	5.2.2.4 Уровень шума.....	64
	5.2.2.5 Микроклимат	67
	5.2.2.6 Электробезопасность при работе с компьютером.....	68
	5.3 Экологическая безопасность.....	69
5.3.1	Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	69
	5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС	69
	Заключение	73
	Список используемых источников литературы	74
	Приложение А	77
	Приложение Б	86

Введение

Обмен информацией был и является одной из отличительных особенностей человеческой деятельности. Общение людей друг с другом, их взаимоотношения с внешним миром, их производственная, научная и общественная деятельность тесно связаны с информационными процессами – процессами восприятия, передачи, обработки, поиска, хранения и отображения информации. Без обмена информацией невозможно управление различными объектами, организация производственной, научной и общественной жизни человека. Процессы общения также неразрывно связаны с информационным обменом, коммуникацией, установлением информационных связей между обучаемыми и обучающим.

Актуальность темы очевидна, т.к. информация в современном обществе – одна из самых ценных вещей в жизни и требует постоянного обмена и передачи. Существует ряд систем, в которых требуется передавать информацию по кабелям связи на достаточно большое расстояние. При этом использование сложных кабелей с большим количеством сигнальных жил приводит к тому, что при обрыве возникают трудности с восстановлением линии, а также может пострадать защищенность кабеля. В связи с этим разработка технического решения, объединяющего сигнальную линию и линию питания, является решением данной проблемы.

Обработка информации

Обработка информации — процесс планомерного изменения содержания или формы представления информации. Обработка информации производится в соответствии с определенными правилами некоторым субъектом или объектом (например, человеком или автоматическим устройством). Будем его называть исполнителем обработки информации.

Исполнитель обработки, взаимодействуя с внешней средой, получает из нее входную информацию, которая подвергается обработке. Результатом обработки является выходная информация, передаваемая внешней среде. Таким

образом, внешняя среда выступает в качестве источника входной информации и потребителя выходной информации.

Обработка информации происходит по определенным правилам, известным исполнителю. Правила обработки, представляющие собой описание последовательности отдельных шагов обработки, называются алгоритмом обработки информации.

Исполнитель обработки должен иметь в своем составе обрабатывающий блок, который назовем процессором, и блок памяти, в котором сохраняются как обрабатываемая информация, так и правила обработки (алгоритм).

Кодирование информации

Кодирование – это перевод информации с одного языка на другой (запись в другой системе символов, в другом алфавите). При этом обычно кодированием называют перевод информации с «человеческого» языка на формальный, например, в двоичный код, а декодированием – обратный переход. Один символ исходного сообщения может заменяться одним символом нового кода или несколькими символами, а может быть и наоборот – несколько символов исходного сообщения заменяются одним символом в новом коде (так, китайские иероглифы обозначают целые слова и понятия).

Кодирование может быть равномерное и неравномерное; при равномерном кодировании все символы кодируются кодами равной длины; при неравномерном кодировании разные символы могут кодироваться кодами разной длины, это затрудняет однозначное декодирование или даже делает его невозможным.



Рисунок 1.- Пример закодированной информации.

1 Системы передачи информации

1.1 Протоколы

Предназначение протоколов передачи

Для адекватного контроля над работой необходимо иметь перед глазами целый список параметров, характеризующих работу инженерных систем, например:

- Энергопотребление объекта,
- Текущая схема электропитания,
- Температуры на входе и выходе из стоек,
- Влажность в помещении ЦОД,
- Статусы оборудования и др.

Для передачи этих данных все устройства оборудованы тем или иным интерфейсом, подсоединение к которому позволяет считывать информацию по заданному протоколу.

Физически это означает наличие определенных разъемов на оборудовании и кабельные изделия, способные обеспечить передачу информации в диспетчерский пункт.

Протокол передачи USB

В настоящий момент один из самых популярных интерфейсов — это безусловно USB. Девайсов, которые его используют, просто огромное количество. Это и мышки, и клавиатуры, и принтеры, и сотовые телефоны, и много чего ещё. В отличие от стремительно исчезающего RS-232, USB встречается во всех современных компьютерах, ноутбуках, телефонах... так что, если мы хотим создавать действительно универсальные девайсы, придётся нам этот интерфейс изучать. Вот прямо сейчас и начнём, а заодно, по ходу изучения, попытаемся сами посоздать каких-нибудь USB-девайсов.

Итак, *USB* (universal serial bus) — универсальная последовательная шина. Большинство USB-устройств соответствуют спецификациям 1.1 и 2.0. В спецификации определены две скорости передачи информации: LS (low speed)

— низкая скорость, 1,5 Мбит/с и FS (full speed) — полная скорость, 12 Мбит/с. В редакции 2.0 к ним добавлена ещё и высокая скорость HS (high speed), 480 Мбит/с.

Для логических конечных устройств обычно используют термин «функции». Таким образом, с точки зрения логики шины, устройства на ней можно разделить на хабы и функции (и неважно, запакованы ли они в один корпус или нет). Каждое логическое устройство на шине имеет уникальный адрес (1-127), присваиваемый ему хостом при подключении.

Физическая и логическая топологии шины USB показаны на рисунке 1.1 ниже.

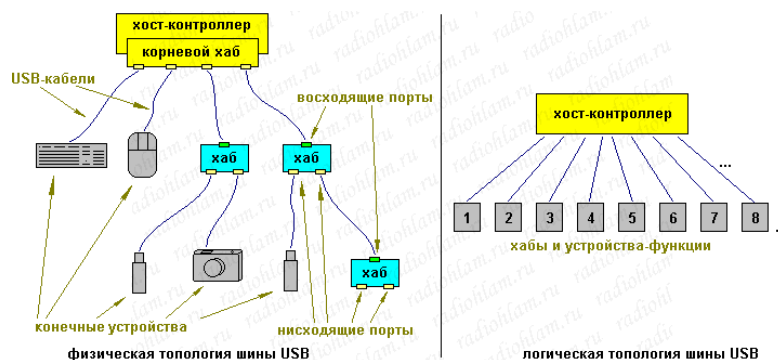


Рисунок 1.1 –Физическая топология шины USB и логическая топология шины USB.

Протокол передачи RS232, RS485, RS422

RS в названии протокола означает Recommended Standard (рекомендованный стандарт).

Все три протокола относятся к физическому уровню (по модели OSI (англ. Open Systems Interconnection Basic Reference Model, базовая эталонная модель взаимодействия открытых систем)). Физический уровень является самым нижним уровнем модели OSI, т.е. поток информации передается на нижнем уровне – в двоичной системе – в виде последовательности 0 и 1.

Таким образом, уже стали проясняться принципиальные отличия протоколов серии RS.

RS-232 позволяет устройствам передавать и получать информацию одновременно, но он ограничен по длине (15м).

RS-422 был придуман на замену RS-232, если последний не удовлетворяет требованиям по скорости и дальности (до 10Мбит/сек на 15м и до 100кбит/сек на 1220м).

RS-485 – самый распространенный протокол с высокими характеристиками (до 10Мбит/сек на 15м и до 100кбит/сек на 1220м) и выигрывающий у RS-422 в капитальных затратах: две жилы – это дешевле четырех.

RS-232 – это стандарт последовательной синхронной и асинхронной передачи двоичных данных между терминалом и коммуникационным устройством.

RS-232 был введен в 1962 году.

RS-232 представляет собой простой интерфейс для передачи данных между двумя объектами на расстояние до 15 метров (на практике может не достигаться). Устойчивость к помехам обеспечивается отказом от стандартного уровня сигналов 5В. От отправителя поступает последовательность 1 и 0 получателю, который их запоминает и «осознает» полученную информацию.

Существует понятие стартового бита, получив который получатель понимает, что сеанс передачи информации открыт. Далее через равные промежутки времени отправляются информационные биты. Передача пакетная, длина пакета равна одному байту.

Разъем RS-232 представляет собой 9- или 25-штырьковый трапецеидальный разъем. Изначально применялись 25 контактов, но со временем большинство устройств стало обходиться меньшим их числом и разъем «урезали».



Рисунок 1.2 - а- RS-232, б- RS-422 и в- RS485

RS-422 – это стандарт, обеспечивающий сбалансированную (дифференциальную) однонаправленную нереверсируемую передачу данных по терминированным или нетерминированным линиям, с возможностью соединения «точка-точка», а также многоабонентскую доставку сообщений.

Учитывая полный дуплекс RS-422, его чаще используют в ведущем устройстве, а на ведомых устанавливают драйвер RS-485.

RS-485 - стандарт передачи данных по двухпроводному полудуплексному многоточечному последовательному каналу связи.

RS-485 поддерживает максимально 32 пары приемник/передатчик (впоследствии модернизировано до 255), но возможность использования хабов и репитеров увеличивает сеть до бесконечности.

На основе RS-485 создана целая серия промышленных сетей и сетевых протоколов (ModBus, ProfiBus, LanDrive и другие).

Протокол передачи HART

Протокол связи HART - это протокол для адресуемых по шине полевых устройств (датчиков). Протокол HART, как таковой, не является полевой шиной - он является вариантом цифровой полевой связи, выполняющим многие функции полевых шин. При HART-связи полевые устройства традиционно подключаются через выходные токовые контуры 4-20 мА. [Цифровой HART сигнал](#) накладывается на аналоговый сигнал с помощью метода частотной модуляции FSK (Frequency Shift Keying). Это позволяет передавать данные

измерений, информацию о настройках и состоянии полевого устройства (датчика), не затрагивая аналоговый сигнал.

HART обеспечивает цифровую двунаправленную связь между датчиком и вторичным прибором или контроллером. Время отклика HART около 500 мс, скорость передачи равна 1200 бит/с. Протокол связи HART может применяться и во взрывоопасных зонах в том случае, если развязывающие устройства (барьеры взрывозащиты) поддерживают HART протокол.

Имеются два способа реализации HART связи с датчиками:

1. Стандартное соединение равноправных узлов, когда на сигнал 4-20 мА накладывается частотно-модулированный сигнал. Это обеспечивает цифровое соединение максимум двух устройств HART. Данный вид соединения обычно используется при настройке датчиков (полевых устройств). Выходной аналоговый сигнал 4-20 мА датчика при данном соединении изменяется в соответствии с величиной контролируемого параметра.

2. Режим многоточечной связи с полевыми устройствами, при котором им присваиваются "сетевые" адреса шины. К одной паре проводов может быть подключено до 15 датчиков. Их количество определяется длиной и качеством линии, а также мощностью блока питания датчиков. Все датчики в многоточечном режиме имеют свой уникальный адрес от 1 до 15, и обращение к каждому идет по соответствующему адресу. Полевые устройства, которым присвоен адрес 0, отключены от шины и данные с них не могут быть считаны по HART. В режиме многоточечной связи обмен данными производится также по двухпроводной линии - но только с помощью частотно-модулированного сигнала - выходной сигнал датчика зафиксирован на определенной величине и не изменяется.

Частотно-модулированный сигнал - это переменный ток амплитудой +/- 0.5 мА с частотой 1200 Гц для цифровой единицы и 2200 Гц для цифрового нуля. Среднее значение этого синусоидального сигнала равно нулю, так что он не оказывает влияния на сигнал 4-20 мА и не искажает показания датчика.

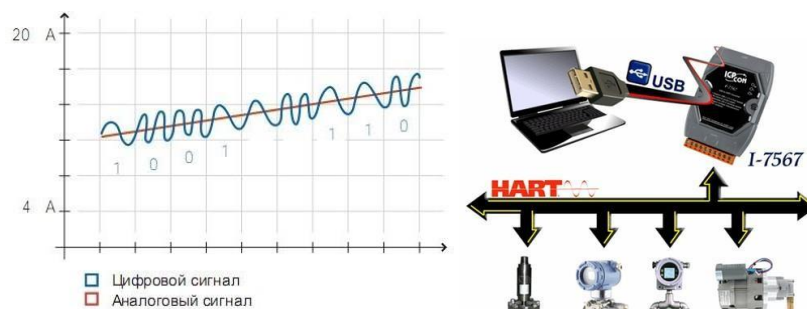


Рисунок 1.3 - Полевые устройства HART

Токовый модулированный HART сигнал преобразуется в напряжение на внутреннем входном сопротивлении приемника. Чтобы обеспечить надежный прием сигнала, протокол HART определяет полную нагрузку токового контура, включая сопротивление кабеля, которая должна быть в пределах от 230 Ом до 1100 Ом. Обычно, однако, верхний предел определяется не этой спецификацией, а ограниченной нагрузочной способностью источника питания.

Как правило, проводка HART должна выполняться витой парой. Если используются очень тонкие и/или длинные кабели, то сопротивление кабеля и, следовательно, полная нагрузка увеличиваются. В результате растет ослабление и искажение сигнала, в то время как критически важная скорость передачи данных в сети уменьшается. Если возможны электромагнитные помехи со стороны другого работающего рядом оборудования, то кабели должны быть экранированными, особенно при большой длине линий связи. Сигнальный контур и кабельный экран должны заземляться только в одной общей точке.

Важная особенность протокола HART - возможность использования существующей проводки. Спецификация HART не предписывает какого-то специального типа разъема для подключения коммуникатора или HART-модема, поскольку полярность не влияет на оценку частоты сигнала HART. Поэтому подключение HART коммуникаторов и модемов к линиям связи 4-20 мА датчиков осуществляют с помощью простых зажимных клемм, например, типа "крокодил" или "паучья лапка".

При установке устройств с поддержкой HART убедитесь, что нагрузка устройства HART не превышает 1100 Ом согласно спецификации на данный протокол связи. Технологический контроллер или вторичный прибор должны быть способны обеспечить питание для подключенного двухпроводного устройства HART.

1.2 Передача информации

Информация передаётся в виде сообщений от некоторого источника информации к её приёмнику посредством канала связи между ними. Источник посылает передаваемое сообщение, которое кодируется в передаваемый сигнал. Этот сигнал посылается по каналу связи. В результате в приёмнике появляется принимаемый сигнал, который декодируется и становится принимаемым сообщением. Канал связи – физическая линия (прямое соединение), телефонная, телеграфная, спутниковая линия связи и аппаратные средства, используемые для передачи информации.

В процессе передачи информации обязательно участвуют источник и приемник информации: первый передает информацию, второй ее получает. Между ними действует канал передачи информации - канал связи.

Канал связи - совокупность технических устройств, обеспечивающих передачу сигнала от источника к получателю.

Кодирующее устройство - устройство, предназначенное для преобразования исходного сообщения источника к виду, удобному для передачи.

Декодирующее устройство - устройство для преобразования кодированного сообщения в исходное. Передача информации по каналам связи часто сопровождается воздействием помех, вызывающих искажение и потерю информации. Любое событие или явление может быть выражено по-разному, разным способом, разным алфавитом. Чтобы информацию более точно и экономно передать по каналам связи, ее надо соответственно закодировать.

На рисунке 1. приведена схема 1. процесс кодирования и передачи информации.



Рисунок 1.4 схема 1- Процесс кодирования и передачи информации.

Принципы и приемы обработки информации

Существование множества видов обработки информации связано с различными подходами к работе с ней. Однако, началом всегда является сбор и анализ, после чего специалисты приступают к синтезу, преобразованию, формализации или комбинированию. Результаты подобной работы чаще всего выступают в форме пресс-релизов, отчетов, различных сводок и сообщений. За краткими текстами или большими статьями стоит титанический труд по обработке огромного количества информации.

Анализ

Информация может поступать в различных видах и вариациях, однако специалист всегда знает, как правильно распределить полученные данные. Начальным этапом становится приведение всей полученной информации к

единому виду для упрощения операций с ней. Для современного секретаря или журналиста это, несомненно, электронный вид текстовых документов или таблиц. Далее процесс существенно ускорится и облегчится, поскольку данные в одном виде проще анализировать и сортировать.

Синтез

Важным приемом обработки информации становится синтез, который подразумевает соединение и объединение данных от разных источников на основе анализа информации. При этом специалист проводит немалую работу, тщательно выбирая схожие данные, для того, чтобы подготовить сводную таблицу, пресс-релиз, увлекательную статью или лекцию. Современные виды обработки информации подразумевают тщательную серьезную работу с полученными данными. Синтезирование по сути своей является одним из самых сложных этапов, поскольку нуждается в отборе и соединении полученных данных, объединении их по тем или иным критериям для последующего анализа на этапе преобразования.

Преобразование

Одна из самых простых составляющих работы с информацией, поскольку не требует кропотливой и сложной работы аналитика. Для преобразования нужен критический и аналитический взгляд, а также немалые навыки журналиста, секретаря или писателя. Достаточно оформить и «собрать сливки» предыдущих этапов обработки для того, чтобы создать интересные статьи, пресс-релизы, обзоры, лекции, отчеты, сообщения и материалы брифингов.

Основные методы обработки информации

- Графический или изобразительный
- Звуковой
- Текстовый
- Числовой
- Видеоинформация

Графический метод

Технологии обработки графической информации.

Почти с момента создания ЭВМ появилась и компьютерная графика, которая сейчас считается неотъемлемой частью мировой технологии. По началу это была лишь векторная графика – построение изображения с помощью так называемых “векторов” - функций, которые позволяют вычислить положение точки на экране или бумаге. Например, функция, графиком которой является круг, прямая линия или другие более сложные кривые.

Совокупность таких “векторов” и есть векторное изображения.

С развитием компьютерной техники и технологий появилось множество способов постройки графических объектов. Но для начала, определимся с термином "графический объект". Это либо само графическое изображение или его часть. В зависимости от видов компьютерной графики под этим термином понимаются как и пиксели или спрайты (в растровой графике), так и векторные объекты, такие как круг, квадрат, линия, кривая и т.д. (в векторной графике).

Для дальнейшего рассмотрения проблемы постройки объектов с помощью векторной графики, необходимо уяснить разницу между двумя основными видами компьютерной графики - растровой и векторной.

Векторная графика

Основным логическим элементом векторной графики является геометрический объект. В качестве объекта принимаются простые геометрические фигуры (так называемые примитивы - прямоугольник, окружность, эллипс, линия), составные фигуры или фигуры, построенные из примитивов, цветовые заливки, в том числе градиенты.

1.3 Виды дискретной модуляции сигналов

Модуляцией - (modulation) называется преобразование исходного сигнала посредством изменения параметров сигнала-переносчика в соответствии с преобразуемым (модулируемым) сигналом. В качестве сигнала- переносчика информации применяется гармоническое высокочастотное колебание, импульсная последовательность или шумовой процесс.

При использовании в качестве сигнала-переносчика гармонического колебания $S(t) = U \cos(\omega t + \varphi)$ возможна реализация трех видов модуляции: амплитудной (АМ), частотной (ЧМ) и фазовой (ФМ). При использовании в качестве управляющего колебания закодированной последовательности двоичных кодовых символов получим дискретную (цифровую) модуляцию, которую принято называть «манипуляцией».

Поясним сказанное с помощью рисунок 1.5 При АМ символу «1» соответствует передача колебания на несущей частоте в течение времени T (длительность посылки), а символу «0» — отсутствие колебания (пауза). При ЧМ осуществляется поочередная передача колебаний с частотой f_1 , что соответствует передаче символа «1», и колебаний с частотой f_0 , что соответствует передаче символа «0». При двоичной ФМ происходит изменение фазы несущего колебания на 180° при каждой смене полярности в управляющей последовательности прямоугольных посылок.

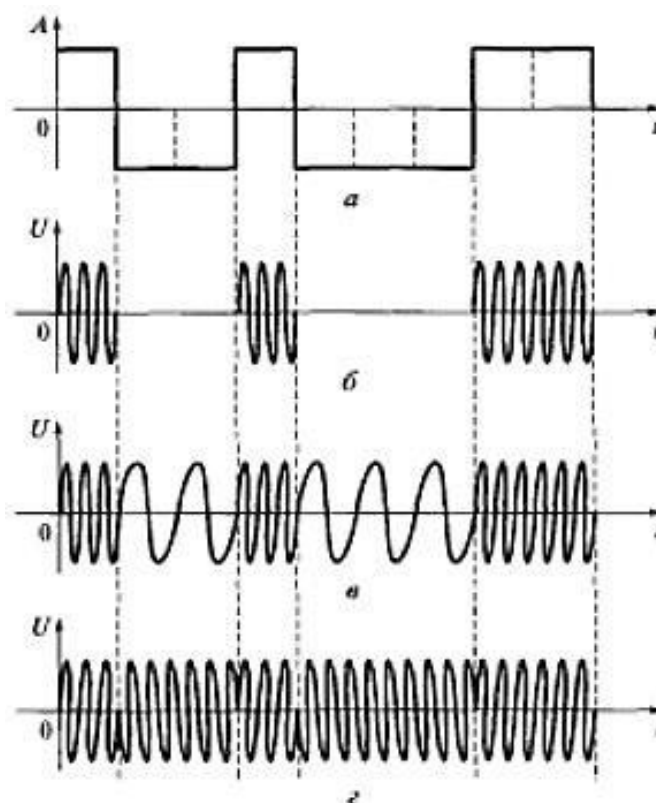


Рисунок 1.6 - Виды дискретной модуляции сигналов: а — модулирующий сигнал; б — амплитудная модуляция; в — частотная модуляция; г — фазовая модуляция

Длительность T посылки управляющего сигнала позволяет определить техническую скорость передачи (скорость манипуляции), которую принято выражать числом посылок, передаваемых в секунду, или бодах. Данная единица измерения скорости получила наименование бод (по имени французского изобретателя телеграфного аппарата и кода Ж.-М.Э. Бодо). Один бод соответствует передаче одной электрической посылки в течение одной секунды. Если длительность посылки задается в секундах, то скорость передачи $v=1/T$, Бод.

Усиление модулированных сигналов по мощности и вывод их в линию реализует передатчик {transmitter). В каналах радиосвязи на выходе передатчика включается антенна, которая осуществляет преобразование электрических сигналов в электромагнитные колебания и излучает их в окружающее пространство. Основными характеристиками современного передатчика являются диапазон применяемых частот, мощность и коэффициент полезного действия (КПД). В зависимости от свойств канала связи и предназначения передатчика его мощность может колебаться от долей до нескольких тысяч ватт. Для сравнения можно сказать о передатчиках сотовых телефонов и широкоэмиттерных станций, ведущих радиотрансляцию на сотни и тысячи километров. Диапазоны частот, применяемые в настоящее время, имеют также весьма широкие границы: от сотен килогерц до тысяч мегагерц.

Поскольку отправитель и получатель сообщений в системе передачи информации находятся в различных точках пространства, то между передатчиком и приемником создается некоторая физическая среда. В системах проводной связи — это электрический или оптический кабель, а в системах радиосвязи — область естественного пространства, по которому распространяются электромагнитные волны (радиоволны). В процессе передачи сигнал ослабляется и может искажаться вследствие воздействия всевозможных помех.

Антенна приемника улавливает лишь незначительную долю энергии, которая излучается передающей антенной. Далее происходит усиление

принятого колебания и выделение сигнала, несущего информацию, предназначенную конкретному получателю. Эти операции осуществляются в приемнике (receiver). Основными характеристиками приемника являются диапазон применяемых частот, чувствительность — способность принимать весьма слабые сигналы на фоне помех, а также избирательность, под которой понимают способность выделять полезные сигналы из совокупности передаваемых колебаний и посторонних мешающих воздействий, отличающихся от принимаемого сигнала частотой.

Принятый сигнал поступает в демодулятор.

Демодуляция (demodulation) — это преобразование модулированного сигнала, искаженного помехами, в модулирующий сигнал. Иными словами, посредством демодуляции восстанавливается первичный сигнал, отображающий переданное сообщение. Далее этот сигнал поступает в «устройство преобразования сигнала в сообщение».

В телефонной связи, радиовещании или при звуковом вещании таким устройством является громкоговоритель, в факсимильной связи — приемный факсимильный аппарат, а в телевидении приемная телевизионная трубка.

В системах передачи дискретных сообщений в процессе демодуляции элементы сигнала преобразуются в последовательность кодовых символов, которая поступает в декодер.

Декодирование (decoding) — это восстановление дискретного сообщения по выходному сигналу демодулятора, осуществляемое с учетом правила кодирования. Если на передаче был применен помехоустойчивый или корректирующий код, то на выходе декодера образуются кодовые комбинации первичного (простого) кода.

Например, при передаче текстовых сообщений роль преобразователя сигнала в сообщение выполняет приемный буквопечатающий телеграфный аппарат (телетайп), с помощью которого и будет отпечатан текст телеграммы. В системах слуховой телеграфной радиосвязи в качестве преобразователя выступает человек, т.е. оператор, на слух определяющий, какой из сигналов

кода Морзе («точка» или «тире») был передан. Оператор также выполняет операцию декодирования, записывая на бумаге текст переданного сообщения.

В системах буквопечатающей телеграфной связи определение сигнала выполняется автоматически с помощью специального устройства, в котором задается некоторое значение порога. Если принятый сигнал превысил пороговое значение, то выдается символ кода, например «1», а если не превысил, — выдается символ «0». В отдельных случаях могут применяться два пороговых значения: положительное и отрицательное. Тогда, если сигнал принимается с искажениями и его уровень оказывается в промежутке между этими порогами, никакого решения не выносится. Вместо сомнительной посылки сигнала вырабатывается особый символ, называемый «стиранием». Введение такого третьего решения повышает вероятность правильного декодирования принятой кодовой комбинации за счет ее повторной передачи по запросу с приемной стороны.

Таким образом, в системах передачи дискретных сообщений решение о передаваемом сообщении принимается в два этапа. Первой решающей схемой в этом случае является демодулятор, а второй — декодер. В системах передачи аналоговых сообщений решение выносится сразу в демодуляторе. Иногда при передаче дискретных сообщений применяется процедура приема сообщений в целом. В этом случае одним устройством выполняется совместная операция демодуляции-декодирования, в результате чего приходящий ряд сигналов сразу преобразуется в последовательность знаков (букв) сообщения.

Существует ошибочное мнение, что демодуляция и декодирование — это операции, обратные модуляции и кодированию, выполняемые с принятым сигналом. На самом деле в результате различных искажений и воздействия помех принятое колебание может существенно отличаться от переданного сигнала. Поэтому данные операции являются наиболее сложными в системе передачи информации. Для принятия решения о переданном сообщении необходимо детально проанализировать принятый сигнал, для чего его подвергают различным преобразованиям, которые называются обработкой

сигнала. Следовательно, одной из задач теории электрической связи является отыскание правил (процедур) оптимальной обработки сигнала, при которых решение о переданном сообщении является наиболее достоверным.

Завершая рассмотрение системы передачи информации, отметим, что качество обработки сигналов существенным образом зависит от точности синхронизации переданных и принятых сигналов. При этом различают следующие виды синхронизации: «тактовую» — установление границ посылок сигналов, «цикловую», при которой следует различать границы кодовых комбинаций, синхронизацию несущих частот и др. Неточности синхронизации приводят к снижению достоверности приема информации. Сбой в работе системы синхронизации делает вообще невозможным правильный прием переданных сообщений. Подробно системы синхронизации рассматриваются в специальных курсах.

Проанализированная система передачи информации является одноканальной, т.е. она обеспечивает передачу информации от одного источника к одному получателю. Существуют также многоканальные системы. Упрощенная схема одной из таких систем показана на рис. 1.5, в которой по одной общей линии связи обеспечивается обмен информацией между несколькими абонентами. В такой системе первичные сигналы, подлежащие передаче, преобразуются посредством модуляторов M_1, M_2, \dots, M_n в электрические сигналы $U_1(t), U_2(t), \dots, U_n(t)$, а затем объединяются в аппаратуре уплотнения. Полученный таким образом групповой (суммарный) сигнал $U\Sigma(t)$ передается по линии связи. На приемной стороне колебание $Z(t) = U\Sigma(t) + n(t)$, искаженное помехами, с помощью устройства разделения, основу которого составляют индивидуальные фильтры $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n$, разделяется на сигналы (Формула), которые с помощью демодуляторов D_1, D_2, \dots, D_n преобразуются в первичные сигналы (Формула). Для разделения сигналов обычно используется их различие по частоте, времени или форме.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Таким образом, целью работы является разработка системы передачи кодированной информации по двухпроводной линии питания.

4.2 SWOT-анализ

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Он проводится в несколько этапов.

Первый этап помогает выявить сильные и слабые стороны проекта, также возможности и угрозы.

Таблица 4.1 – Матрица SWOT

	Сильные стороны проекта: С1. Экономичность и функциональность технологии С2. Стоимость системы ниже аналогичных технологий С3. Простота метода измерения скорости С4. Высокая надежность С5. Подготовка всех требуемых заказчику оборудования и технологии	Слабые стороны проекта: Сл1. Стоимость системы сильно зависит от стоимости комплектующих материалов Сл2. Сложность обслуживания системы Сл3. Погрешности измерения из-за аберраций линзы Сл4. Частые поломки из-за хрупкости линзы Сл5. Большой срок поставок материалов и комплектующих
--	--	--

Продолжение таблицы 4.1

<p>Возможности: В1. Увеличение спроса продукции на рынке В2. Имеем оборудование для выполнения комплексного исследования В3. Замещение импортной продукции отечественной В4. Повышение стоимости конкурентных разработок В5. Имеет спрос в кабельной промышленности</p>	<p>1. Провести исследования проекта 2. Разработать измерительную систему 3. Корректировать ошибки 4. Продвинуть проект на рынок 5. Заключить договора с предприятиями</p>	<p>1. Улучшить систему, сделать ее малогабаритной 2. Уменьшить погрешности измерения путем аппаратных и программных методов корректировки ошибок 3. Сделать более эффективную в применении измерительную установку 4. Защитная конструкция для линзы</p>
<p>Угрозы: У1. Высокая конкуренция У2. Узко-направленность продукции У3. Возможность предпочтения аналогов У4. Небольшой спрос на товар У5. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства.</p>	<p>1. Снизить конкуренцию за счет простоты и удобства использования продукции 2. Более низкая стоимость производства и экономичность технологии позволят увеличить спрос, а также минимизировать потери при несвоевременном финансовом обеспечении.</p>	<p>Неудобство работы с крупногабаритной и хрупкой системой, большие погрешности измерения приводит к отсутствию спроса на рынке</p>
<p>Угрозы: У1. Высокая конкуренция У2. Узко-направленность продукции У3. Возможность предпочтения аналогов У4. Небольшой спрос на товар У5. Проблемы с электричеством</p>	<p>1. Увеличить спрос за счет низкой стоимости продукции 2. Снизить конкуренцию за счет простоты и удобства использования продукции 3. Установить защиту от удара электричеством</p>	<p>Неудобство работы с крупногабаритной и хрупкой системой, большие погрешности измерения приводит к отсутствию спроса на рынке</p>

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 4.2 - Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	+	+	+	+	+
	В2	0	0	+	0	+
	В3	+	+	-	+	0

	B4	+	+	0	+	0
--	----	---	---	---	---	---

Продолжение таблицы 4.2

B5	+	+	+	+	-
----	---	---	---	---	---

Слабые стороны проекта

Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	-	-	-
	B2	-	+	0	-	+
	B3	+	+	-	-	0
	B4	+	-	0	+	-
	B5	-	-	-	-	0

Сильные стороны проекта

Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	-	-	0
	У2	0	0	+	0	0
	У3	+	+	+	+	0
	У4	-	0	0	+	0
	У5	+	-	-	-	-

Слабые стороны проекта

Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	+	0	0	+
	У2	-	+	0	-	+
	У3	+	+	-	-	0
	У4	+	-	0	+	-
	У5	+	-	-	-	-

Анализ интерактивных таблиц:

Сильно коррелирующие сильные стороны и возможности:

V1C1C2C3C4C5, C3 V1B2C4 V3 V4 B5, B5 C1C2C3C4.

Сильно коррелирующие слабые стороны и возможности: У1Сл1 Сл2 Сл3 Сл4, У1Сл1 Сл2 Сл3 Сл4 Сл5, В5 Сл1Сл2 Сл3Сл4.

Каждая из записей представляет собой направление реализации проекта.

Вывод: проект имеет свои недостатки и слабые стороны, но с помощью возможностей и сильных сторон можно продвинуть проект на рынок, а также есть возможность снизить угрозы и риски, и поэтому есть хорошая вероятность его реализации.

4.3 Планирование научно-исследовательских работ

4.3.1. Структура работ в рамках научного исследования

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 4.3

Таблица 4.3 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Проведение патентных исследований	Инженер
	4	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Выбор метода, проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер
	7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Руководитель, инженер
	8	Измерение скорости и длины протяженных изделий	Инженер
	9	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер

	10	Устранение погрешности измерения путем аппаратных и программных методов корректировки ошибок	Руководитель, инженер
Обобщение и оценка результатов	11	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель
	12	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель, инженер

Продолжение таблицы 4.3

<i>Проведение ОКР</i>			
Разработка технической документации и проектирование	13	Разработка структурной схемы измерителя	Инженер
	14	Разработка оптической схемы измерителя	Инженер
	15	Выбор и расчет конструкции	Инженер
	16	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	Инженер
	17	Разработка электрической принципиальной схемы	Руководитель, инженер
Изготовление и испытание макета (опытного образца)	18	Конструирование и изготовление макета (опытного образца)	Руководитель, инженер
	19	Лабораторные испытания макета	Руководитель, инженер
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	20	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Инженер

4.3.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ож\ i}$ используется следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3 \cdot t_{\min i} + 2 \cdot t_{\max i}}{5}, \quad (4.1)$$

где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t^{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой

работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.; $t_{\max i}$ – максимальновозможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T = \frac{t_{\text{ож}i}}{p_i \cdot \text{Ч}_i}, \quad (4.2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.; $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

Ч_i – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

4.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{\text{кал.инж}} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (4.3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях; T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях; k – коэффициент календарности. кал

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал.инж}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T - T_{\text{кал}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48, \quad (4.4)$$

καλ *βυλ* *ηρ*

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

$T_{\text{кал}} = 365$ дней

$T_{\text{вых}} = 104$ воскресения $T_{\text{пр}} = 14$ дней

Таблица 4.4 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Исполнители		Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{\text{ожг}}$, чел-дни							
	Ис п.	Ис п.	Ис п.	Ис п.	Ис п.	Ис п.	Ис п.	Ис п.	Ис п.	Ис п.	Ис п.	Ис п.
Составление и утверждение ТЗ	2	-	5	-	1	-	+	-	3,2	-	4	-
Подбор и изучение материалов по теме	-	10	-	20	-	14	-	+	-	14	-	17
Проведение патентных исследований	-	1	-	3	-	1,8	-	+	-	1,8	-	2
Выбор направления исследований	3	3	5	5	3,8	3,8	+	+	1,9	1,9	2	2
Календарное планирование работ по теме	1	1	2	2	1,4	1,4	+	+	0,7	0,7	1	1
Выбор метода, проведение теоретических расчетов и обоснований	-	10	-	20	-	14	-	+	-	14	-	17
Построение макетов и проведение экспериментов	20	20	30	30	24	24	+	+	12	12	15	15

Измерение скорости и длины протяженных изделий	10	10	20	20	14	14	+	+	7	7	9	9
--	----	----	----	----	----	----	---	---	---	---	---	---

Продолжение таблицы 4.4

Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	-	1	-	3	-	1,8	-	+	-	1,8	-	2
Устранение погрешности измерения	2	2	4	4	2,8	2,8	+	+	1,4	1,4	2	2
Оценка эффективности полученных результатов	2	-	3	-	2,4	-	+	-	2,4	-	3	-
Определение целесообразности проведения ОКР	4	4	6	6	4,8	4,8	+	+	2,4	2,4	3	3
Разработка структурной схемы	-	1	-	2	-	1,4	-	+	-	1,4	-	2
Разработка оптической схемы	-	1	-	5	-	2,6	-	+	-	2,6	-	3
Выбор и расчет конструкции	-	3	-	7	-	4,6	-	+	-	4,6	-	6
Оценка эффективности производства и применения изделия	-	3	-	7	-	4,6	-	+	-	4,6	-	6
Разработка электрической принципиальной схемы	4	4	8	8	5,6	5,6	+	+	2,8	2,8	3	3
Конструирование и изготовление макета	7	7	14	14	9,8	9,8	+	+	4,9	4,9	6	6
Лаб.испытания макета	7	7	14	14	9,8	9,8	+	+	4,9	4,9	6	6
Составление ПЗ	-	10	-	30	-	18	-	+	-	18	-	22
Итого									44	101	53	123

Таблица 4.5 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T, кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февраль			март			апрель			май			июнь	
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение ТЗ	Руководитель	4	■													
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	17														
3	Проведение патентных исследований	Инженер	2														
4	Выбор направления исследований	Руков., инж.	2														
5	Календ. планирование работ по теме	Руков., инж.	1														
6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер	17														
7	Выбор метода, проведение теоретических расчетов и обоснований	Руководитель, инженер	15							■	■	■					
8	Измерение скорости и длины протяженных изделий	Инженер	9														
9	Сопоставление результатов	Инженер	2														



– руководитель



– инженер

4.3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

4.3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расх\ i}, \quad (4.5)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расх\ i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.); k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 4.6 – Материальные затраты

Наименование	Ед. измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Z _м), руб.
Асферическая линза	1 штука	1	3000	3450
Призма	1 штука	1	2000	230
Интегральные микросхемы КР140УД22	1 штука	1	25	28,75
Интегральные микросхемы КР544УД2	1 штука	10	20	230
Логические микросхемы К561ЛП2	1 штука	1	20	23
Диоды 1N4004	1 штука	4	2	9,2
Конденсаторы К10-176	1 штука	20	5	115
Переменные резисторы СПЗ-4АМ	1 штука	1	50	57,5
Подстрочные резисторы СП5-2ВБ	1 штука	2	25	57,5
Транзисторы КТ361Б	1 штука	1	2	2,3
Припой ПОС-61	1 метр	5	20	115
Канифоль сосновая	100 грамм	3	290	1000,5
Плата монтажная	1 штука	1	50	57,5
Корпус	1 штука	1	500	575

Итого	5893,75
-------	---------

4.3.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. Расчет затрат по данной статье заносится в табл. 8. При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены.

Таблица 4.7 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Амортизационные отчисления за время использования оборудования, руб.
1	Компьютер высокой мощности	1	45000	3750
2	Паяльная станция	1	4400	300
3	Лазерный диод	1	2000	300
4	Генератор VC-2002	1	11000	1200
5	Источник питания постоянного напряжения и тока АТН-4235	1	62400	6900
Итоговая сумма				12450

4.3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (4.6)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата; $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{осн}$).

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (4.7)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника; T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 4.8); $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (4.8)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 4.8).

Таблица 4.8 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	44	48
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени -		
отпуск	56	28
- невыходы по болезни	2	2
Действительный годовой фонд рабочего времени	249	273

Расчёт основной заработной платы приведён в табл.4.9.

Руководитель Якимов Е.В. – доцент ОКД, ктн.

Таблица 4.9 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Z_m без учета РК, руб.	Z_m с учетом РК, руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	33664	43763,2	1827,86	44	80425,86

Инженер	26300	34190	1402,67	101	141669,33
Итого $Z_{\text{осн}}$					222095,20

4.3.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{Доп}} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}} \quad (4.9)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы равный 0,12.

Таблица 4.10 – дополнительная заработная плата

	Руководитель	Инженер
Основная заработная плата	80425,86	141669,33
Дополнительная з/п	9651,10	17000,32
Итого доп. з/п	26651, 2	

4.3.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{вне}} = k_{\text{вне}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{Доп}}), \quad (4.10)$$

где $k_{\text{вне}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды

Таблица 4.11 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	80425,86	12063,88
Инженер	141669,33	21250,40
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого $Z_{\text{внеб}} = 25064,72 + 44151,25 = 69215,97$ руб.		

4.3.4.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{Накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) * k_{\text{пр}}, \quad (4.11)$$

где $k_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. По расчету общие накладные расходы составляет 51347,07руб.

4.3.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 4.12 – Расчет бюджета затрат НИТ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИТ	5893,75	Пункт 3.4.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	12450	Пункт 3.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	222095,20	Пункт 3.4.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	33314,28	Пункт 3.4.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	69215,97	Пункт 3.4.5
6. Накладные расходы	55547,07	Пункт 3.4.8

7. Бюджет затрат НТИ	402716,27	Сумма ст. 1-8
----------------------	-----------	---------------

4.3.4.8 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (4.12)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения; Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов выполнения НИР (I_{pi}) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра.

Таблица 4.13 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Аналог 1	Аналог 2
1. Погрешность измерения	0,15	4	4
2. Себестоимость	0,25	5	5
3. Энергосбережение	0,15	4	4
4. Надежность	0,35	5	3

Продолжение таблицы 4.13

5. Материалоемкость	0,1	3	4
ИТОГО	1		

$$I_{р\text{исн}1}=4*0,15+5*0,25+4*0,15+5*0,35+3*0,1=4,5;$$

$$I_{р\text{исн}2}=4*0,15+5*0,25+4*0,15+3*0,35+4*0,1=3,9;$$

Таблица 4.14 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,62	0,86
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	3,9
3	Интегральный показатель эффективности	7,26	4,53
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,6	0,85

Выводы: интегральный показатель ресурсоэффективности первого варианта исполнения 4,5 выше, чем второго.

Показатель сравнительной эффективности в итоге получился самым высоким 1,6.

Сравнив эти значения, можно сделать вывод, что реализация технологии в первом исполнении является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.